

УДК 1421.532

## СЕНСОРНЫЕ ЭКРАНЫ

Глотова И.Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Стремительное развитие электронных технологий, а также расширение сферы их применения требуют упрощения взаимодействия человека и машины. В этом могут помочь сенсорные экраны.

Традиционными средствами ввода информации в исполняющее устройство (компьютер) являются клавиатура (кнопки) и «мышь» (трекбол). Применение этих устройств привычно при работе с офисными приложениями, графикой, изображениями, а также для быстрого ввода текста. Однако в ряде случаев применение такого оборудования затруднено, зачастую не целесообразно, а иногда - невозможно. Например, в полевых условиях необходимо защищать клавиатуру и мышь от пыли, брызг и перепадов температуры. В некоторых случаях требуются чуть более десятка клавиш.

Часто компьютер является вспомогательным инструментом, например, в работе врача, звукорежиссера или оператора электростанции. В этом случае рабочее место, как правило, занято, и размещение клавиатуры становится проблемой.

Применение сенсорных экранов позволит решить большую часть этих проблем. Сенсорный экран (TouchScreen) - это, в общем случае, специальное устройство, которое крепится к экрану отображающего устройства и выполняет функции определения координат точки касания. Функционально в любом сенсорном экране можно выделить три части: сенсор (специальная панель или датчики), контроллер, который управляет датчиками и вычисляет или подготавливает данные для вычисления координат точки касания, и драйвер - программа, которая выполняет необходимые преобразования данных, поступающих от контроллера (рис. 1).

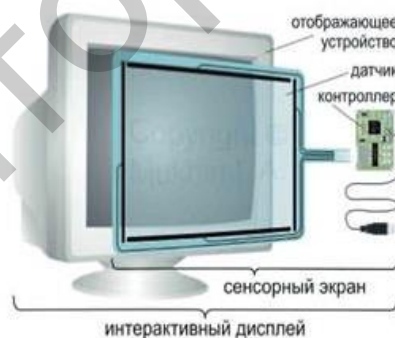


Рисунок 1. Основные элементы сенсорного экрана

Принцип действия отображающего устройства, снабженного сенсорным экраном, в общем случае можно описать следующим образом. На экран отображающего устройства выводится некоторая графическая информация. Например, это может быть стандартный интерфейс операционной системы или графическая оболочка интеллектуального справочного киоска на вокзале. Пользователь видит изображение через плотно прилегающий прозрачный сенсорный экран и, при необходимости, касается изображения в определенных точках. Контроллер сенсорного экрана передает информацию с датчиков в компьютер, где окончательно вычисляются координаты точки прикосновения. Далее производится сопоставление координат, поступивших с контроллера, с координатами программных элементов интерфейса и определяется элемент интерфейса, который хотел указать пользователь. Таким образом, снабженный сенсорным экраном дисплей позволяет без помощи клавиатуры и мыши перемещать курсор, нажимать на кнопки, открывать папки, запускать программы, вводить текст с помощью экранной клавиатуры и рисовать. Благодаря

способности не только выводить изображение, но и вводить данные, такие устройства называют интерактивными или, реже, - интеллектуальными (SmartBoard). Необходимо отметить, что в нашей стране сенсорные экраны появились сравнительно недавно, а потому существует некоторая путаница в названиях устройств. Например, термином «сенсорный экран» называют совокупность сенсорных датчиков (в виде панели) и контроллера, также обозначают отображающее устройство, снабженное накладным или встроенным сенсорным экраном.

Как уже отмечалось выше, многие интерактивные дисплеи позволяют рисовать по их поверхности. Эта особенность делает такие устройства удобными при проведении презентаций, конференций или лекционных занятий (рис. 2).

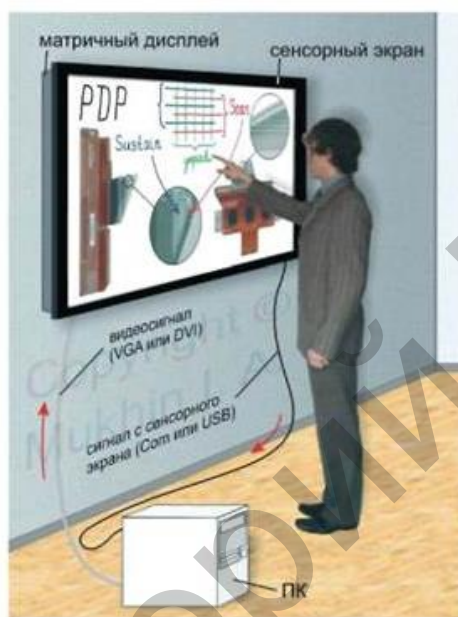


Рисунок 2. Использование интерактивного дисплея для презентаций

Докладчик получает возможность не только демонстрировать рисунки или фотографии, но и делать необходимые пометки и надписи в процессе изложения материала. Причем существует возможность сохранить все сделанные изменения и, при желании, распространить копии среди слушателей.

Первые сенсорные экраны создавались с использованием прозрачной резистивной пленки. Эта технология широко распространена и сейчас. Существуют 4, 5 и 8-проводные резистивные сенсорные экраны. Основу конструкции 4-проводного экрана составляют две прозрачные пленки из полиэстера (polyester), майлара (mylar), пластизола (plastisol, PL) или полиэтилентерефталата (polyethyleneterephthalate, PET), находящиеся друг напротив друга и разделенные микроскопическими шариками-изоляторами. Внутренние, обращенные друг к другу поверхности пленок покрыты прозрачным токопроводящим (резистивным) составом на основе двуокиси индия и олова (indiumtinoxide - ИТО). Для определенности назовем один из резистивных слоев задним, а другой, расположенный ближе к наблюдателю, передним (рис. 3).

Контакт с этими слоями обеспечивается посредством двух пар металлизированных полосок-электродов. Первая пара расположена вертикально, по краям заднего слоя, а вторая пара - горизонтально, по краям переднего слоя. Все четыре электрода подключены к микроконтроллеру, который последовательно определяет координаты точки касания по горизонтали и вертикали. Работу контроллера в первом случае можно приблизительно описать следующим образом. На вертикальные электроды заднего резистивного слоя подается постоянное напряжение, например, 5 В, и от одного электрода к другому протекает

некоторый ток  $I$ . При этом на каждом горизонтальном участке заднего резистивного слоя ток создает падение напряжения, пропорциональное длине участка (рис. 4).



Рисунок 3. Конструкция 4-проводного резистивного экрана

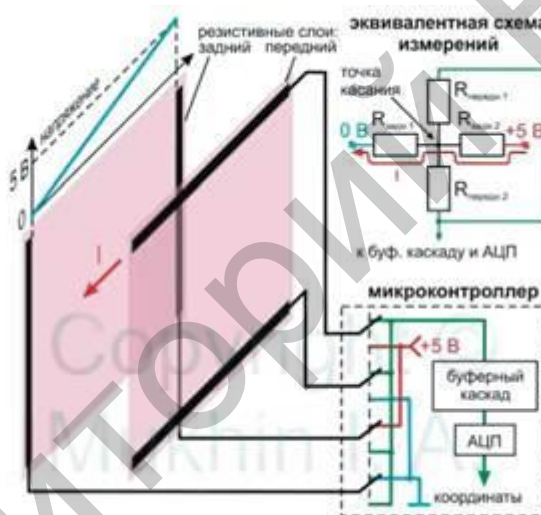


Рисунок 4. Определение координат точки касания

При касании экрана передний резистивный слой деформируется и касается заднего слоя. В этом случае передний слой выполняет роль щупа, определяющего напряжение на заднем слое в точке касания. Горизонтальные электроды переднего слоя замыкаются микроконтроллером накоротко и суммарный сигнал поступает через буферный каскад, (имеющий большое входное сопротивление), на аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Напряжение на входе АЦП определяет положение точки касания по горизонтали. Для определения координаты по вертикали передний и задний резистивные слои «меняются местами»: на горизонтальные электроды переднего слоя микроконтроллер подает постоянное напряжение, а электроды заднего слоя замыкает, (этот слой используется как щуп). Определение координат точки касания производится микроконтроллером с высокой скоростью – более ста раз в секунду.

Определение координат точки касания в емкостных экранах осуществляется, в первую очередь, благодаря особенностям физического строения тела человека - способности проводить электрический ток и вытекающего отсюда наличия определенной электрической емкости. Рассмотрим устройство емкостного экрана. На прочное стекло, служащее основой конструкции, нанесен резистивный слой, соединенный с четырьмя электродами, расположенными по углам экрана (рис. 5).

Для защиты от повреждений слой покрыт снаружи тонкой пленкой специального проводящего состава. Все четыре электрода подключены к микроконтроллеру, который определяет координаты точки касания. Когда проводящего экрана касается человек, ситуация изменяется. Дело в том, что тело человека проводит ток, а потому обычно имеет потенциал земли – нулевой. При касании пальцем или проводящим предметом сенсорного экрана на проводящем слое появляется точка, потенциал которой меньше, чем потенциалы четырех электродов, поэтому возникает электрический ток. Он течет от источника питания, через токовые датчики, участки резистивного покрытия и тело человека. Чем ближе точка касания к электроду, тем меньше участок резистивного покрытия и, следовательно, меньше сопротивление этого участка, а значит - больше амплитуда тока. Для преобразования тока в напряжение служат прецизионные резисторы, сигналы с которых подаются на четыре отдельных АЦП. Сравнение сигналов на выходах этих АЦП позволяет определить координаты точки касания.

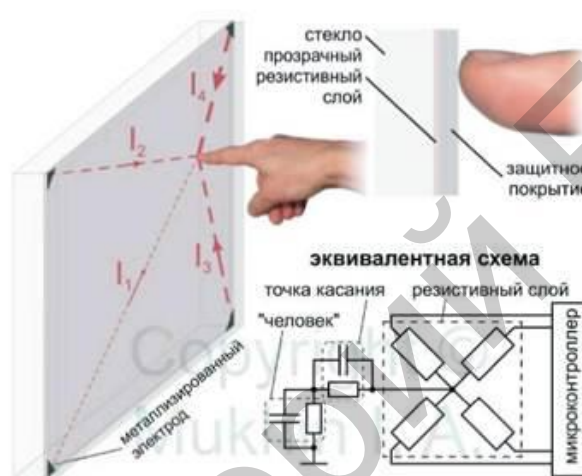


Рисунок 5. Устройство емкостного экрана

Есть так же проекционно-емкостные или поверхностно-емкостные (фирменные названия соответственно - «projectedcapacitivetechology», PCT и «surfacecapacitive»). В конструкции используется две системы из вертикальных и горизонтальных хорошо проводящих ток электродов, изолированных друг от друга слоем стекла и образующих решетку (рис. 6).

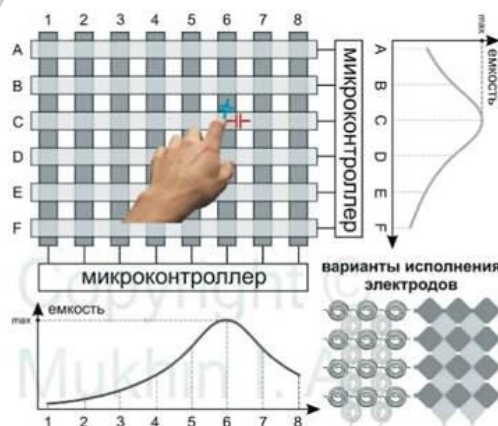


Рисунок 6. Устройство PCT- экранов

Каждый электрод, будучи проводником, имеет некоторую электрическую емкость. Можно сказать, что в данном случае мы имеем дело со своеобразным конденсатором, одной обкладкой которого является сам электрод, а другой - любой проводящий ток предмет,

например, человек. При поднесении к экрану проводящего предмета, например, пальца, емкость электродов меняется (рис. 7).

Чем ближе электрод находится к проводящему предмету, тем больше его емкость, потому что, как известно из физики, емкость обратно пропорциональна расстоянию между обкладками. А чем больше емкость электрода, тем больше импульс «заряжающего» тока. Микроконтроллер сравнивает эти импульсы и находит электрод, имеющий максимальную емкость – это и есть координата точки касания.

Конструкция матричных сенсорных экранов, называемых иногда цифровыми, очень схожа с конструкцией резистивных экранов. При касании экрана передняя пленка деформируется, и вертикальная полоса касается горизонтальной. Наличие замыкания фиксирует микропроцессор. Расположение всех электродов на плоскости известно, а потому пересечение замкнутых электродов однозначно определяет точку касания экрана.

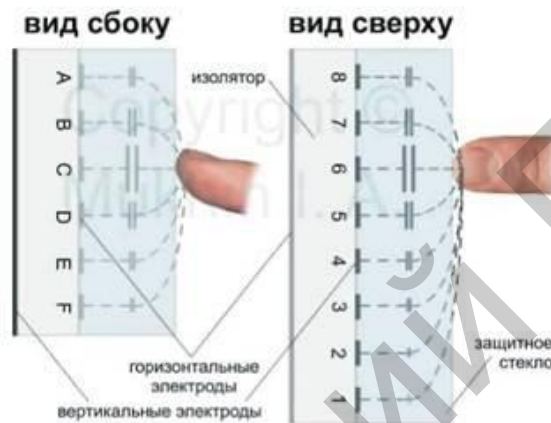


Рисунок 7. Изменение емкости электродов

Основной недостаток – очень низкое разрешение, порядка 10 линий на дюйм. Поэтому такие устройства совершенно не подходят для рисования и ввода надписей. Главное достоинство – самая низкая среди всех сенсорных экранов стоимость

В ряде случаев к качеству изображения, воспроизводимого отображающим устройством, предъявляются строгие требования. Это касается дисплеев, предназначенных, в основном, для просмотра телевизионных передач, видеофильмов или отображения иллюстративного материала (слайдов и фотографий), например, в художественном кружке или фотостудии. При необходимости оснащения такого устройства сенсорным экраном лучшим решением будет применение инфракрасной технологии. Для определения точки касания используются две линейки светодиодов, расположенные по вертикали и горизонтали, и две линейки фотодиодов, расположенные на противоположных сторонах экрана (рис. 8).

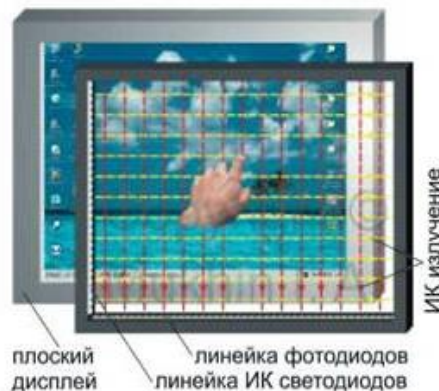


Рисунок 8. Устройство инфракрасного сенсорного экрана

Каждому светодиоду соответствует свой фотодиод. Работает такая оптическая пара следующим образом. При подаче напряжения на светодиод он излучает невидимый для человека инфракрасный свет в пределах очень небольшого телесного угла, чтобы попасть на «свой» фотодиод «не задеть» соседние. Любое препятствие, например, касающийся экрана палец руки, частично или полностью перекрывающее световой луч, приводит к уменьшению или прекращению электрического тока через соответствующий фотодиод. Это изменение фиксируется микроконтроллером. Инфракрасный сенсорный экран выполняется в виде рамки, которая не имеет никаких стекол или прозрачных пленок. Поэтому изменение яркости, контраста и цветопередачи изображения, а также появление дополнительных бликов исключены, что является несомненным достоинством экрана. Инфракрасная технология не лишена ряда недостатков. Попадание прямого солнечного света вызывает сбой в работе. Кроме того, такие экраны имеют самую высокую стоимость. Применяются ИК-экраны обычно в образовательных учреждениях – в качестве интерактивных панелей большого размера, и в игровых автоматах.

Применение сенсорных экранов дает ряд преимуществ их обладателям. Например, интерактивные справочные системы (киоски), используемые в аптеках, торговых центрах, банках и вокзалах, удобны в обращении и позволяют экономить время, чем, несомненно, привлекают клиентов. Использование сенсорных панелей и планшетов вместо меловых досок в сфере образования также сулит определенные выгоды. Обычно значительную часть занятия преподаватель тратит на рисование схем, графиков и таблиц, а иногда – даже на переписывание листингов компьютерных программ. В итоге ценное время на объяснение представленного на доске материала сокращается. Такой режим работы не позволяет учащемуся сосредоточиться на обдумывании материала, так как он занят копированием записей с доски. Применение отображающих устройств позволяет эффективно использовать заранее подготовленный иллюстративный материал, что экономит массу времени. Наличие у дисплея сенсорных свойств, позволяет делать любые пометки, надписи и рисунки в процессе объяснения. Вся изложенная на лекции информация, включая рисунки преподавателя, легко копируется в неизменном виде в любом количестве и может использоваться учащимися. Таким образом, внедрение интеллектуальных панелей позволяет повысить качество преподавания и поднять уровень образования.

К сожалению, в нашей стране применение сенсорных экранов пока очень ограничено. Остается надеяться, что со временем этот недостаток мы победим.

#### Литература

1. Статья опубликована в журнале " BROADCASTING Телевидение и радиовещание": 1 часть - №3(55) май 2006, с.50-52; 2 часть - №4(56) июнь-июль 2006, с.40-41; 3 часть - №7(59) ноябрь 2006, с.64-66.